Lane Medical Library 18

Ueber

Ausmittelung des Kohlenoxydgases im Blute.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe,

welche

nebst beigefügten Thesen

mit Zustimmung der Hohen Medicinischen Facultät der Universität Greifswald

am 11. August 1874

öffentlich vertheidigen wird

Heinrich Veltkamp
aus Westfalen.

Opponenten:

F. Benthaus, cand. med.
H. Hölscher, cand. med.
W. Woltering, Drd. med.

Greifswald.
Druck der Universitäts-Buchdruckerei von F. W. Kunike.
1874.

Seiner

theuren Mutter

in

Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

Das Hämoglobin der rothen Blutkörperchen hat bekanntlich die Eigenschaft, den Sauerstoff der Luft chemisch zu binden. Diese Verbindung ist aber so locker, dass verschiedene reducirende Substanzen, wie Zinnoxydul, Ammoniumsulfid, selbst organische Körper, wie die Bestandtheile des Serum, reiner Zucker und andere im Stande sind, dem Hämoglobin den Sauerstoff zu entziehen. Dieses Verhältniss ist für die Befriedigung des Athmungsbedürfnisses der einzelnen Gewebe des thierischen und menschlichen Organismus vom grössten Nutzen, indem das Hämoglobin vermittelst des arteriellen Blutstroms zu allen Geweben des Körpers hingeleitet, dort seinen Sauerstoff abgeben kann, um dann durch den venösen Blutstrom als reducirtes Hämoglobin zur Lunge zurückgekehrt, sich von neuem mit Sauerstoff der Atmosphäre zu verbinden. Anders muss es sich natürlich verhalten, wenn durch den Athmungsprozess Substanzen ins Blut gelangen, die eine grössere Verwandtschaft, als der Sauerstoff zum Hämoglobin haben, die also denselben verdrängen und selbst eine festere chemische Verbindung mit dem

Blutfarbstoff eingehen. Solche Substanzen müssen, wenn schon in geringer Menge schädlich, in etwas grösserer Quantität eingeathmet für den Organismus absolut tödtlich sein, da derselbe nur beim genügenden Vorhandensein von Sauerstoff existiren und fungiren kann, dieser aber nur mit dem Hämoglobin verbunden, den Geweben hinreichend zugeführt wird. Von den verschiedenen Substanzen, welche den Sauerstoff aus dem Blute zu verdrängen vermögen, möchte ich nur das Kohlenoxydgas anführen, weil in der That die Todesfälle, welche in Folge der Einathmung dieses giftigen Gases vorkommen, im gewöhnlichen Leben noch relativ häufig sind. Das Kohlenoxydgas ist bekanntlich ein farbloses, permanentes, schwach riechendes Gas, welches sich durch Verbrennung von Kohle bei ungenügendem Luftzutritt bildet wie z. B. bei zu frühem Verschluss der Ofenklappen; es ist im Leuchtgase enthalten, ferner in der Atmosphäre von Giessereien, von Hütten, in denen Metalloxyde durch Kohle reducirt werden, von Minen, in denen Sprengmittel vor kurzem zur Wirkung gelangt sind; künstlich wird es am besten dargestellt durch Erhitzen von Oxalsäure mit concentrirter Schwefelsäure, wobei die gleichzeitig gebildete Kohlensäure durch Aetzkali weggenommen wird. Wenn das Gas eingeathmet wird, so geht es sofort, wie Gréhant durch Versuche nachwies, mit dem Hämoglobin eine festere chemische Verbindung ein, und im Jahre 1858 stellte Lothar Meyer fest, dass mit Kohlenoxydgas gesättigtes Blut keinen Sauerstoff locker chemisch zu binden vermag und dass

1 Volumen Kohlenoxydgas gerade 1 Volumen Sauerstoff aus dem Blute austreibt und im Blute selbst chemisch gebunden wird. Es muss somit das Kohlenoxydgas mit dem Hämoglobin in demselben Volumverhältniss, wie der Sauerstoff verbunden sein, eine Thatsache, die durch verschiedene Versuche von W. Preyer ermittelt, insofern eigenthümlich ist, als dabei das Kohlenoxydgas nicht im gewöhnlichen Sinn äquivalente Mengen Sauerstoff ersetzt, sondern das zweiwerthige Molekül CO nimmt die Stelle des vieratomigen O_2 ein. Die Einathmung von Kohlenoxyd geschieht beim Menschen in der Regel in Form des Kohlendunstes oder durch Leuchtgas-Athmung und es treten nach und nach sehr charakteristische Zeichen der Vergiftung auf, unter denen besonders hervorzuheben sind: Dyspnoë, Benommenheit des Kopfes, Schwindelgefühl, Uebelkeit, Kopfschmerz und Bewusstlosigkeit. Nach Traube und Pokrowsky entsteht auch eine Reizung und darauf eine Lähmung sämmtlicher circulatorischen Centralapparate. Hoppe-Seyler fand durch Versuche, dass sowohl arterielles, als auch venöses Blut durch Kohlenoxydgas gleichmässig kirschroth gefärbt werden; ihm zuerst gelang es, das Kohlenoxyd-Hämoglobin darzustellen. Dieser Körper scheidet sich krystallinisch aus, wenn man Kohlenoxydgas durch reine Hämoglobinlösungen leitet, alsdann etwas weniger Alkohol, als zur Bewirkung einer Trübung erforderlich ist, zusetzt und dann in der Kälte stehen lässt. Es bilden sich bläulich rothe Krystalle, welche dem Sauerstoff-Hämoglobin isomorph zu sein scheinen, sich je-

doch durch die Löslichkeit von diesen unterscheiden. Das Kohlenoxyd-Hämoglobin bildet also, wie schon oben erwähnt ist, eine ziemlich feste chemische Verbindung, doch hat die Erfahrung gelehrt, dass das Kohlenoxydgas wieder aus dem Blute eliminirt werden kann. Dazu ist aber erforderlich, dass entweder im Blute noch Sauerstoff-Hämoglobin hinlänglich vorhanden ist — sei es, dass das Blut nur zum Theil vergiftet war, oder vielleicht frisches Blut durch die Transfusion in den Kreislauf gebracht ist; — oder dass die künstliche Respiration gemacht wird. Früher nahm man an, dass das Kohlenoxydgas durch den noch vorhandenen oder künstlich zugeführten Sauerstoff zu Kohlensäure oxydirt würde und als solche den Organismus verlasse. Diese Ansicht hatte Anhänger gewonnen durch die Untersuchungen und Mittheilungen von Pokrowsky und Nawrocki, welche gefunden hatten, dass bei der künstlichen Respiration, die sie zur Wiederbelebung mit Kohlenoxyd vergifteter Thiere machten, kein Kohlenoxyd, sondern mehr Kohlensäure ausgeathmet wurde. In neuerer Zeit jedoch sind in Betreff dieser Sache genaue Untersuchungen angestellt worden, die zu interessanten Resultaten geführt haben. Donders fand, dass das mit Kohlenoxyd gesättigte Blut dieses Gas beim Durchleiten von anderen Gasen, wie z. B. von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlensäure verliert, dass also diese Gase das Kohlenoxyd zu verdrängen vermögen; er nannte diesen Prozess den Dissociationsprozess, also ein Auseinanderfallen der Moleküle in zwei und mehrere. Auf diese Mittheilungen

und Untersuchungen von Donders machte alsdann auf Anregung Pflüger's Dr. Zuntz den Versuch, das Kohlenoxydgas vermittelst der Luftpumpe zu entfernen, was ihm in der That gelang. Podolinski wiederholte alsdann auf Hermann's Veranlassung die Versuche Donders unter etwas anderen Modificationen und auch er konnte die Entdeckungen Donders bestätigen. Es ist somit eine Erholung des vergifteten Individuums möglich, aber bei weitem in den meisten Fällen solcher Vergiftungen kommt die rettende Hand zu spät, und der Arzt muss sich darauf beschränken, den in Folge des eingeathmeten Kohlenoxydgases erfolgten Tod zu konstatiren. Es sind nun vier verschiedene Methoden bekannt, um das Kohlenoxyd-Hämoglobin im Blute nachzuweisen. Wenn man Sauerstoff-Hämoglobin spektroskopisch untersucht, so zeigt dasselbe zwei deutliche Absorptionsstreifen im gelben und grünen Felde des Sonnen- resp. Lampenspektrums zwischen den Fraunhofer'schen Linien D und E, von denen die eine dicht an D herantritt. Ebenso hat nun auch das Kohlenoxyd-Hämoglobin zwei Absorptionsstreifen, welche denen des Sauerstoff-Hämoglobin sehr ähnlich nur etwas nach der violetten Seite des Spektrum verschoben sind; auch ist der vordere Absorptionsstreif des Kohlenoxyd-Hämoglobin etwas breiter. Während nämlich bei mittelstarker Verdünnung der erste Streif des Sauerstoff-Hämoglobin etwa nur halb so breit ist, als der zweite, sind die beiden Streifen des Kohlenoxyd-Hämoglobin annähernd gleich breit. Der Zwischenraum zwischen beiden

Streifen ist beim Kohlenoxydblute ferner breiter. Es müssen sich somit beim Gemisch von sauerstoffhaltigem und kohlenoxydhaltigem Blute die beiden Spektra decken. Hierdurch werden aber natürlich die Grenzen beider vermischt und ununterscheidbar. Dadurch wird die directe spectroscopische Untersuchung das theilweise Vorkommen des Kohlenoxyd-Hämoglobin im Blute nicht mit Sicherheit angeben können. Hoppe-Seyler entdeckte nun, dass durch Zusatz von reducirenden Substanzen die beiden Sauerstoffhämoglobin-Streifen ausgelöscht werden, während die Streifen des Kohlenoxyd-Hämoglobin unverändert bleiben, worauf die erste Methode zum Nachweise des Kohlenoxydgases im Blute gegründet ist. Bringt man nämlich etwa drei Tropfen normales Blut, in einem Reagenzglase mit destillirtem Wasser hinreichend verdünnt, zwischen den Spalt eines Spektroskopes und die Sonne oder eine Lampenflamme, so zeigen sich im Spektrum die beiden bereits erwähnten Absorptionsstreifen. Auf Zusatz mehrerer Tropfen der von Nawrocki empfohlenen Stokes'schen Zinnsalzlösung — wässrige Lösung käuflichen Zinnchlorürs wird mit Weinsäure versetzt und hernach mit Ammoniak neutralisirt — verschwinden nach kurzer Zeit die beiden Streifen und es erscheint an deren Stelle das breite verwaschene Absorptionsband des Hämoglobin; ebenso nimmt die Mischung eine violette Farbe an. Wenn man nun auf gleiche Weise die spektroskopische Untersuchung mit einigen Tropfen Kohlenoxyd-Blut anstellt, so verschwinden auf Zusatz der Zinnsalzlösung weder die

beiden Absorptionsstreifen, noch auch verändert sich die rothe Blutfarbe der Mischung.

Eine zweite Methode zur Ausmittlung des Kohlenoxydgases im Blute verdanken wir ebenfalls Hoppe-Seyler, nämlich die Natronprobe. Das Wesen dieser Probe beruht darin, dass sich das Sauerstoff-Hämoglobin viel leichter zersetzt, als das Kohlenoxyd-Hämoglobin. Bringt man in einer kleinen Schaale einige Tropfen gewöhnliches Blut mit der doppelten Menge Natronlauge von 1,3 spez. Gewicht zusammen, so entsteht eine schwarze grünlich schmierige Masse, was darauf beruht, dass das Oxihämoglobin unter Hämatin-Bildung zerfällt; verfährt man dagegen auf gleiche Weise mit kohlenoxydhaltigem Blut, so erhält man eine Mennigartige rothe Masse, die sich in ganz auffallender Weise von der eben beschriebenen unterscheidet.

Die dritte Methode rührt von W. Preyer und beruht auf der verschiedenartigen Wirkung des Cyankalium in concentrirter Lösung auf Sauerstoff- und Kohlenoxydblut. Wenn man nach Vorschrift Preyer's einige mit destillirtem Wasser verdünnte und einer Cyankaliumlösung versetzte Sauerstoffhaltige Blutstropfen im Wasserbade einige Augenblicke auf 37,5° C. erwärmt, so sollen im Spektrum die beiden bekannten Sauerstoff-Hämoglobinstreifen verschwunden sein und an deren Stelle ein sehr breites Absorptionsband erscheinen. Dieses gehört nach Preyer einer Verbindung des Cyankalium mit Hämoglobin an; Nawrocki jedoch führt dieses Band auf eine Verbindung des Hämatin mit Cyankalium zurück; indem das Sauerstoff-Hämog-

lobin beim Erwärmen zersetzt werde. Auf Zusatz einiger Tropfen Schwefelammonium verschwindet das breite Band, und es erscheinen wieder zwei Absorptionssteifen, welche denen des Kohlenoxyd-Hämoglobin sehr ähnlich sind. Verfährt man auf gleiche Weise mit einigen Tropfen kohlenoxydhaltigen Blutes, so soll man ungefähr bis zum Kochen erhitzen, wenn man die beiden Streifen des Kohlenoxyd-Hämoglobin zum Verschwinden bringen und das breite Absorptionsband erhalten will.

Endlich ist eine vierte Methode von Eulenberg vorgeschlagen, vermittelst des Palladiumchlorür das Kohlenoxydgas im Blute nachzuweisen. Preyer und Kühne jedoch wiesen darauf hin, dass diese Methode durchaus zu verwerfen sei; ausserdem ist dieselbe wegen des sehr hohen Preises des Reagenzes für die Praxis wenig anziehend und empfehlenswerth, zumal die drei ersten Methoden für den betreffenden Zweck sehr wohl ausreichen. In wie weit jedoch dieselben zuverlässig, welche Quantitäten Kohlenoxyd man mit denselben im Blute noch nachzuweisen im Stande ist, ist bis jetzt noch eine offene Frage. Zu deren Lösung habe ich unter der freundlichen Leitung meines verehrten Lehrers, des Herrn Prof. Landois, welchem ich an dieser Stelle meinen bessten Dank dafür ausspreche, im physiologischen Institute der hiesigen Universität mehrere Versuche angestellt, von welchen ich im Folgendem einige veröffentlichen möchte.

Meine ersten Versuche machte ich mit dem Spektralapparat; als Versuchsblut diente mir dabei defibri-

nirtes Kalbsblut. Zunächst wurden von demselben etwa 100 Cc. mit Kohlenoxydgas gesättigt, indem das Gas, nachdem es in einer Retorte durch Erhitzen von Oxalsäure mit concentrirter Schwefelsäure entwickelt durch einen Kali-Waschapparat gestrichen war, so lange durch das Blut geleitet wurde, bis dasselbe eine vollständig kirschrothe Farbe angenommen hatte. Darauf füllte ich zwei mit genauen Theilstrichen versehene Büretten, welche unten durch einen mit einem Quetschhahn versehenen dünnen Gummischlauch verschlossen waren. Die eine füllte ich mit sauerstoffhaltigem Blut, die andere mit Kohlenoxyd-Blut. Alsdann machte ich zwei Probeversuche. In einen Messcylinder träufelte ich 6 Tropfen Sauerstoff-Blut, verdünnte dieselben mit 25 Cc. destillirten Wassers und setzte 5 Cc. Zinnsalzlösung hinzu — ich benutzte eine Lösung von 5 Grm. Zinnsalz auf 100 Grm. aqua destileata. — Diese Mischung, in einem Reagenzglase zwischen den Spalt des Spektroskop und eine Lampenflamme gebracht, zeigt zwei deutliche Absorptionsstreifen im gelben und grünen Felde; nach Verlauf von etwa einer Stunde jedoch waren die beiden Streifen verschwunden und an deren Stelle das bereits erwähnte verwaschene Absorptionsband getreten; ausserdem hatte die Mischung eine deutlich violette Farbe angenommen. Sodann nahm ich 6 Tropfen kohlenoxydhaltigen Blutes, verdünnte dieselben unter Zusatz von 5 Cc. Zinnsalzlösung mit 25 Cc. destillirten Wasser und machte mit dieser Mischung nach Verlauf von 1 Stunde ebenfalls die spektroskopische Untersuchung. Dieselbe ergab, dass die

beiden Absorptionsstreifen des Kohlenoxyd-Hämoglobin noch unverändert und sehr deutlich zu erkennen waren; selbst noch nach Verlauf von 24 Stunden; ebenso zeigt die Farbe der Mischung keine Veränderung. Auf diese beiden Proben hin stellte ich alsdann mit verschiedenen Mischungen von sauerstoffhaltigem und kohlenoxydgashaltigem Blute Versuche an und zwar:

I. 2 Cc. Sauerstoffblut werden mit 2 Cc. Kohlenoxydblut gemischt; von dieser Mischung werden 6 Tropfen in einen Messcylinder geträufelt und unter Zusatz von 5 Cc. Zinnsalzlösung mit 25 Cc. dest. Wasser verdünnt. Nach Verlauf von 1 Stunde wird diese Mischung in einem Reagenzglase spektroskopisch untersucht, wobei sich die beiden Streifen sehr deutlich zeigten, selbst nach Verlauf von 2 und mehreren Stunden.

II. 2 Cc. Sauerstoffblut gemischt mit 1 Cc. Kohlenoxydblut. 6 Tropfen dieser Mischung mit 5 Cc. Zinnsalzlösung versetzt und und mit 25 Cc. Ap. Wasser verdünnt. Die spektroskopische Untersuchung ergiebt nach Verlauf von 1 Stunde noch zwei deutliche Absorptionsstreifen.

III. 2 Cc. Sauerstoffblut werden mit 0,5 Cc. Kohlenoxydblut gemischt, also im Verhältniss von 4:1; 6 Tropfen dieser Mischung unter Zusatz von 5 Cc. Zinnsalzlösung mit 25 Cc. dest. Wasser verdünnt, zeigen nach Verlauf von 1 Stunde im Spektrum noch zwei deutliche Streifen.

IV. 2 Cc. Sauerstoffblut mit 0,4 Cc. Kohlenoxydblut im Verhältniss wie 5:1 gemischt.

Es werden sodann wiederum 6 Tropfen dieser

Mischung mit 25 Cc. dest. Wasser verdünnt und hierzu 5 Cc. Zinnsalzlösung gesetzt. Nach Verlauf von 1 Stunde sind die beiden Absorptionsstreifen noch deutlich.

V. 2 Cc. Sauerstoffblut mit 0,3 Cc. Kohlenoxydblut im Verhältniss von $6^2/_3 : 1$ gemischt.

Auch von dieser Mischung zeigen 6 Tropfen mit der nämlichen Quantität Wasser und Zinnsalzlösung wie bei den früheren Versuchen, versetzt, nach Verlauf von 1 Stunde noch die beiden Streifen.

VI. 2 Cc. Sauerstoffblut gemischt mit 0,2 Cc. Kohlenoxydblut, im Verhältniss von 10 : 1.

Es wurden ebenfalls wieder 6 Tropfen dieser Blutmischung unter Zusatz von 5 Cc. Zinnsalzlösung mit 25 Cc. dest. Wasser verdünnt und dann nach 1 Stunde spektroskopisch untersucht. Freilich liessen sich noch 2 dunkle Streifen im Spektrum unterscheiden, doch waren dieselben schon so sehr mit einander verwischt, dass ihre Unterscheidung nur noch mit Mühe gelang.

VII. 2 Cc. Sauerstoffblut werden mit 0,1 Cc. Kohlenoxydblut, also im Verhältniss von 20 : 1 gemischt.

6 Tropfen dieser Mischung mit der nämlichen Quantität Wasser und Zinnsalzlösung wie in den früheren Versuchen versetzt, lassen nach Verlauf von 1 Stunde die beiden Streifen nicht mehr erkennen, sondern zeigen nur das breite Absorptionsband.

Somit wäre wohl die Mischung von 10 Cc. Sauerstoffblut mit 1 Cc. Kohlenoxydblut als die äusserste mit dem Spektroskop noch nachweisbare Grenze des Kohlenoxydgases im Blute anzusehen.

Nunmehr schritt ich zur Prüfung der zweiten Methode, vermittelst der Natronlauge das Kohlenoxydgas im Blute nachzuweisen. Als Blut benutzte ich wiederum Kalbsblut; die Natronlauge hatte das spezifische Gewicht 1,330. Nachdem ich zwei Büretten, die eine mit normalem, die andere mit Kohlenoxydblut gefüllt hatte, machte ich auch hierbei zwei Probeversuche. Zunächst vermischte ich in einer Porzellanschaale 2 Cc. normales Blut mit 4 Cc. Natronlauge. Die Mischung bildete eine dunkelschwarze, Kaffeesatzähnliche schmierige Masse, welche gegen das Licht gehalten, einen grünlichen Schimmer darbot. — Alsdann mischte ich 2 Cc. Kohlenoxydblut mit 4 Cc. Natronlauge in einer Porzellanschaale und diese Mischung bildete eine rothe, Mennig ähnliche, in dünnen Schichten hellrothe Masse. Diese beiden Proben wurden neben einander gestellt und dienten zum Vergleich folgender Mischungen sauerstoffhaltigen und kohlenoxydhaltigen Blutes, mit denen ich die Zuverlässigkeitsgrenze der obigen Methode nachwies:

I. 2 Cc. Sauerstoffblut in einer Schaale mit 2 Cc. Kohlenoxydblut gemischt und dazu 8 Cc. Natronlauge gesetzt, geben beim Umrühren eine dunkelrothe Masse, welche einen deutlichen Unterschied von dem normalen mit Natronlauge versetzten Blute bildet.

II. 2 Cc. Sauerstoffblut mit 1 Cc. Kohlenoxydblut und 6 Cc. Natronlauge gemischt, lassen ebenfalls einen deutlichen Unterschied wahrnehmen.

III. 2 Cc. Sauerstoffblut mit 0,5 Cc. Kohlenoxydblut und 5 Cc. Natronlauge gemischt, bilden zwar schon

eine etwas dunklere Masse, als wenn reines Kohlenoxyd-Blut genommen wird, doch auch hierbei ist noch ein deutlicher Unterschied vom normalen zu erkennen.

IV. 2 Cc. Sauerstoff-Blut mit 0,4 Cc. Kohlenoxyd-Blut und 5 Cc. Natronlauge gemischt bieten dem Auge noch einen deutlichen Unterschied.

V. 2 Cc. Sauerstoff-Blut mit 0,3 Cc. Kohlenoxyd-Blut und 4,50 Cc. Natronlauge gemischt, bilden eine von der des normalen Blutes noch unterscheidbare Masse.

VI. 2 Cc. Sauerstoff-Blut mit 0,2 Cc. Kohlenoxyd-Blut und 4,5 Cc. Natronlauge bilden schon eine etwas schwarze in dünnen Schichten aber noch dunkelrothe Masse, so dass sie sich noch von der des normalen Blutes unterscheidet.

VII. 2 Cc. Sauerstoff-Blut mit 0,1 Cc. Kohlenoxyd-Blut und 4 Cc. Natronlauge gemischt, bilden schon eine so dunkle Masse, dass ein Unterschied noch kaum möglich ist.

Somit ist auch bei dieser Methode die Mischung von Sauerstoff-Blut und Kohlenoxyd-Blut im Verhältniss von 10 : 1 als äusserste Grenze anzusehen.

Die Unterschiede der einzelnen Mischungen sieht man besonders schön, wenn man einige Tropfen jeder Mischung in Wasser träufelt. Zu diesem Zweck füllte ich 9 Reagenzgläser der Reihe nach bis etwa zur Hälfte mit Wasser und träufelte in jedes einige Tropfen von den verschiedenen Proben. Das reine Sauerstoff-Blut brachte sofort eine gelbe Färbung des Wassers hervor, das reine Kohlenoxyd-Blut eine kirschrothe. Diese

rothe Farbe wurde den Mischungen gemäss allmählich schwächer, so dass die letzte Mischung auch eine gelbe Farbe hervorrief. Bei diesem Versuch ist jedoch zu bemerken, dass die verschiedenen Farben nur im Augenblicke des Einträufelns zu erkennen sind, schon bald nehmen die Mischungen veränderte Farben an.

Die beiden vorigen Untersuchungen, sowohl die spektroskopische als die vermittelst Natronlauge, habe ich sodann am Lammblut wiederholt. Ich nahm bei diesen Versuchen genau die nämlichen Mischungen wie früher und kam auch zu nämlichen Resultaten.

Sodann schritt ich dazu, die Menge des Kohlenoxydgases durch die dritte von Preyer empfohlene Methode nachzuweisen. Als Versuchsblut nahm ich frisches geschlagenes Kalbsblut; die Cyankaliumlösung war eine concentrirte, auf 2,0 aqua dest. 1,0 Cyankalium also 50 % enthaltend. Nachdem ein Theil Blut mit Kohlenoxydgas gesättigt war, füllte ich wiederum zwei Büretten, die eine mit normalem Sauerstoff-Blut, die andere mit Kohlenoxyd-Blut und machte dann nach der Vorschrift von Preyer zwei Versuchsproben. Zunächst träufelte ich in einen Messcylinder 3 Tropfen normales sauerstoffhaltiges Blut; verdünnte dieselben mit 12½ Cc. dest. Wasser und setzte 5 Cc. Cyankaliumlösung hinzu. Diese Mischung wurde in einem Reagenzglase zwischen den Spalt des Spektroskops und die Lampenflamme gehalten und es zeigten sich deutlich die beiden Absorptionsstreifen des Sauerstoff-Hämoglobin. Darauf wurde dieselbe in einem Wasserbade von 39° C. erwärmt und nach 5 Minuten

zeigte sich, dass die Farbe der Mischung durch das Erwärmen einen Stich ins gelbliche bekommen hatte; ausserdem waren die beiden erwähnten Streifen verschwunden, an deren Stelle das bereits beschriebene breite Absorptionsband getreten war. Auf Zusatz von 5 Tropfen concentrirter Schwefelammoniumlösung erschien ein neues Spektrum, welches, wie auch Preyer angegeben hat, dem des Kohlenoxyd-Hämoglobin ähnlich war. Dieser Versuch weicht insofern von der Vorschrift Preyer's ab, als ich nicht auf die normale Körpertemperatur und nur einige Augenblicke erwärmen musste, um jenes breite Absorptionsband zu erhalten, sondern, wie eben angegeben, auf 39° C. 5 Minuten lang.

Sodann verdünnte ich 3 Tropfen Kohlenoxyd-Blut mit $12\frac{1}{2}$ Cc. dest. Wasser unter Zusatz von 5 Cc. Cyankaliumlösung, welche Mischung im Spektrum die zwei Absorptionsstreifen des Kohlenoxyd-Hämoglobin zeigen lässt. Nach 5 Minuten langem Erwärmen im Wasserbade von 39° C. hat sich weder die Farbe der Mischung verändert, noch auch sind die beiden Absorptionsstreifen verschwunden; es zeigte sich sogar in keinerlei Weise eine Veränderung, als ich die Mischung 1 Stunde lang bei der erwähnten Temperatur erwärmt hatte; als ich aber das Wasserbad bis ungefähr zum Kochen erhitzte, war an Stelle der beiden Streifen das breite Absorptionsband getreten. Auf Zusatz von 5 Tropfen concentrirter Schwefelammoniumlösung erhielt ich auch die nämlichen Veränderungen, die beim sauerstoffhaltigen Blute angegeben sind.

Nach diesen beiden Proben stellte ich nunmehr mit folgenden Mischungen Versuche an:

I. 2 Cc. Sauerstoff-Blut mit 2 Cc. Kohlenoxyd-Blut gemischt.

Von dieser Mischung werden in einem Messcylinder 3 Tropfen mit 12½ Cc. dest. Wasser verdünnt unter Zusatz von 5 Cc. Cyankaliumlösung. Diese Mischung zeigt nach einem 5 Minten langen Erwärmen im Wasserbade von 39° C. keinerlei Veränderung; die beiden Absorptionsstreifen sind deutlich vorhanden.

II. 2 Cc. Sauerstoff-Blut mit 1 Cc. Kohlenoxyd-Blut gemischt.

3 Tropfen dieser Mischung werden ebenfalls unter Zusatz von 5 Cc. Cyankaliumlösung mit 12½ Cc. dest. Wasser verdünnt, und 5 Minuten lang auf 39° C. erwärmt; es treten keine Veränderungen dabei auf.

III. 2 Cc. Sauerstoff-Blut mit 0,5 Cc. Kohlenoxyd-Blut gemischt.

3 Tropfen der Mischung unter Zusatz von 5 Cc. Cyankaliumlösung mit 12½ Cc. dest. Wasser verdünnt, zeigen nach einem 5 Minuten langen Erwärmen auf 39° C. keine Veränderung.

IV. 2 Cc. Sauerstoff-Blut werden mit 0,4 Cc. Kohlenoxyd-Blut, also im Verhältniss von 5:1 gemischt.

Es werden wiederum 3 Tropfen der Mischung unter Zusatz von 5 Cc. Cyankaliumlösung mit 12½ Cc. dest. Wasser verdünnt. Nach 5 Minuten langem Erwärmen noch keine Veränderung.

V. 2 Cc. Sauerstoff-Blut mit 0,3 Cc. Kohlenoxyd-Blut gemischt, im Verhältniss von $6^2/_3 : 1$.

Mit 3 Tropfen dieser Mischung wird ebenso, wie bei den ersteren Versuchen verfahren und nach 5 Minuten langem Erwärmen im Wasserbade von 39° C. sind noch keinerlei bedeutende Veränderungen wahrzunehmen; nur sind die beiden Absorptionsstreifen etwas blässer.

VI. 2 Cc. Sauerstoff-Blut mit 0,2 Cc. Kohlenoxyd-Blut gemischt; im Verhältniss von 10 : 1.

3 Tropfen dieser Mischung werden ebenfalls, wie bei den früheren Versuchen behandelt; doch sind nach 5 Minuten langem Erwärmen die beiden Absorptionsstreifen nur noch so eben zu erkennen.

VII. 2 Cc. Sauerstoff-Blut mit 0,1 Cc. Kohlenoxyd-Blut, also im Verhältniss von 20 : 1 gemischt.

3 Tropfen der Mischung mit 12½ Cc. dest. Wasser verdünnt unter Zusatz von 5 Cc. Cyankaliumlösung, lassen nach einem 5 Minuten langen Erwärmen keine Absorptionsstreifen mehr erkennen; die Farbe ist gelblich.

Somit ist auch bei dieser Methode die Mischung von 2 Cc. Sauerstoff-Blut mit 0,2 Kohlenoxyd-Blut als die äusserste Grenze des Nachweises anzusehen.

Nach Beendigung dieser Versuche nahm ich frisches Hundeblut und so habe ich denn, theils um meine früheren Versuche zu kontrolliren, theils aber auch um vielleicht Verschiedenheiten in den Blutarten zu entdecken, kurz die drei Methoden der Reihe nach von neuem einer Prüfung unterworfen. Nachdem ich wieder zwei Büretten mit Sauerstoff- und Kohlenoxyd-Blut gefüllt hatte, machte ich für die spektroskopische

Untersuchung folgende Probe: 6 Tropfen normales Blut wurden unter Zusatz von 5 Cc. Zinnsalzlösung — 5,0 Zinnsalz auf 100,0 aqua dest. — mit 25 Cc. dest. Wasser verdünnt. Bei der spektroskopischen Untersuchung zeigten sich deutlich die beiden bekannten Sauerstoff-Hämoglobinstreifen. Nach Verlauf von 20 Minuten hatte die Mischung eine violette Farbe angenommen; die Streifen waren verschwunden und an deren Stelle das verwaschene Absorptionsband getreten. Darauf hin machte ich folgende Mischungen:

I. 2 Cc. Sauerstoff-Blut mit 0,4 Cc. Kohlenoxyd-Blut, also im Verhältniss von 5 : 1 gemischt.

6 Tropfen dieser Mischung unter Zusatz von 5 Cc. Zinnsalzlösung mit 25 Cc. dest. Wasser verdünnt, lassen nach 20 Minuten noch sehr deutlich zwei Streifen im Spektrum erkennen.

II. 2 Cc. Sauerstoff-Blut mit 0,3 Cc. Kohlenoxyd-Blut ($6^2/_3 : 1$) gemischt.

Es werden wiederum 6 Tropfen der Mischung unter Zusatz von 5 Cc. Zinnsalzlösung mit 25 Cc. dest. Wasser verdünnt.

Nach Verlauf von 20 Minuten sind bei dieser Mischung noch sehr deutlich die beiden Absorptionsstreifen im Spektrum zu erkennen.

III. 2 Cc. Sauerstoffblut mit 0,2 Cc. Kohlenoxydblut (10 : 1) gemischt.

Es werden 6 Tropfen unter Zusatz von 5 Cc. Zinnsalzlösung mit 25 Cc. dest. Wasser verdünnt. Als nach Verlauf von 20 Minuten die spektroskopische Untersuchung mit dieser Mischung vorgenommen wurde,

waren die beiden Streifen schon ziemlich nahe gerückt, so dass die Unterscheidung derselben nur noch so eben gelang.

IV. 2 Cc. Sauerstoffblut mit 0,1 Cc. Kohlenoxydblut (20 : 1) gemischt.

6 Tropfen dieser Mischung auf gleiche Weise, wie bei den früheren Versuchen behandelt, liessen nur noch ein breites, nicht scharf begrenztes Absorptionsband erkennen.

Was die Prüfung der zweiten Methode betrifft, so mischte ich zunächst 2 Cc. normales Blut mit 4 Cc. Natronlauge von 1,330 spez. Gewicht in einer Porzellanschaale zusammen, und es entstand wieder eine dunkelschwarze schmierige Masse. Alsdann wurden folgende Mischungen genommen:

I. 2 Cc. Sauerstoffblut und 0,3 Cc. Kohlenoxydblut werden mit 4,5 Cc. Natronlauge zusammengerührt. Diese Mischung unterscheidet sich durch ihre röthliche Farbe noch deutlich von der des auf gleiche Weise behandelten normalen Blutes.

II. 2 Cc. Sauerstoffblut und 0,2 Cc. Kohlenoxydblut werden mit 4,5 Cc. Natronlauge gemischt und auch diese Mischung lässt noch einen Unterschied in der Farbe wahrnehmen.

III. 2 Cc. Sauerstoffblut mit 0,1 Cc. Kohlenoxydblut mit 4 Cc. Natronlauge in einer Schaale innig vermischt, lassen keinen deutlichen Unterschied in der Farbe mehr zu.

Zur Prüfung der dritten Methode, vermittelst des Cyankalium, nahm ich zunächst wieder 3 Tropfen nor-

males Blut, verdünnte dasselbe mit 12½ Cc. dest. Wasser und setzte 5 Cc. concentrirte 50% Cyankaliumlösung hinzu. Diese Mischung erwärmte ich im Wasserbade von 39° C. und so zeigte sich, dass nach 7 Minuten die beiden Sauerstoff-Hämoglobinstreifen verschwunden, und an deren Stelle das bei meinen früheren Versuchen schon erwähnte breite Absorptionsband getreten war. Auf Zusatz von einigen Tropfen concentrirter Schwefelammoniumlösung erschien das neue, ebenfalls früher schon beschriebene Spektrum. Nunmehr machte ich folgende Mischungen:

I. 2 Cc. Sauerstoffblut mit 0,3 Cc. Kohlenoxydblut ($6^2/_3 : 1$) gemischt.

3 Tropfen dieser Mischung werden mit 12½ Cc. dest. Wasser verdünnt und hierzu 5 Cc. Cyankaliumlösung gesetzt.

II. 2 Cc. Sauerstoffblut gemischt mit 0,2 Kohlenoxydblut (10 : 1).

3 Tropfen der Mischung mit 12½ Cc. dest. Wasser und 5 Cc. Cyankaliumlösung versetzt.

III. 2 Cc. Sauerstoffblut mit 0,1 Cc. Kohlenoxydblut gemischt (20 : 1).

3 Tropfen der Mischung werden unter Zusatz von 5 Cc. Cyankaliumlölsung mit 12½ Cc. dest. Wasser verdünnt.

Diese 3 Mischungen wurden sodann in Reagenzgläsern ebenfalls im Wasserbade von 39° C. 7 Minuten erwärmt und alsdann die spektroskopische Untersuchung vorgenommen. Bei den Mischungen I. und II. waren die beiden Kohlenoxyd-Hämoglobinstreifen noch zu

sehen, während dieselben bei der Mischung III. verschwunden waren.

Wenn ich nun zum Schlusse die vorgeführten Versuche nochmals kurz durchgehe, so ist das Resultat derselben insofern interessant, als sie den Beweis liefern, dass man mit allen drei Methoden die nämliche Menge Kohlenoxydgas im Blute nachzuweisen im Stande ist, nämlich auf zehn Theile des normalen sauerstoffhaltigen Blutes einen Theil Kohlenoxydblut. Trotzdem aber sei es fern von mir, die spektroskopische Untersuchung auf gleiche Stufe mit der Natronlaugeprobe zu stellen. Was letztere anbetrifft, so möcht' ich dieselbe nur empfehlen, wenn es sich darum handelt, grössere Quantitäten Kohlenoxydgas auf eine schnelle, bequeme und billige Weise nachzuweisen. Handelt es sich dagegen um kleinere Mengen, so liefert dieselbe unsichere, wenigstens zweifelhafte Resulte, wenn man nicht normales mit Natronlauge behandeltes Blut zum Vergleiche zur Hand hat; aber auch dann noch muss man sich vergegenwärtigen, dass die Unterscheidung der Farben bei den einzelnen Menschen sehr verschieden ist. Will man somit sichere Resultate haben, so ist jedenfalls die spektroskopische Untersuchung vorzuziehen und zwar unter Anwendung des Stokes'schen Zinnsalzlösung, weil die concentrirte Cyankaliumlösung wegen der enormen Giftigkeit sich weniger empfiehlt. Es mag freilich im Leben sehr selten sich ereignen, dass man in die Lage kommt, so geringe Mengen Kohlenoxydgas im Blute nachweisen zu müssen; aber vielleicht liesse sich die spektroskopische

Untersuchung verwerthen, die Blutsmenge im Körper zu bestimmen, worauf Prof. Landois meine Aufmerksamkeit lenkte. Man könnte z. B. einem Thiere auf einer Körperseite kohlenoxydhaltiges Blut in eine Vene injiciren, während man auf der anderen Seite zu gleicher Zeit Blut entzieht und verschiedene Präparate zum Zweck der spektroskopischen Untersuchung anfertigt. Dasjenige Präparat, bei welchem die beiden Absorptionsstreifen in einer bestimmten Zeit, die ich an normalem mit Zinnsalzlösung behandeltem Sauerstoffblut bestimmen kann, nicht verschwunden sind, gibt natürlich an, dass der zehnte Theil der Blutsmenge Kohlenoxydblut war zu der Zeit, als das Präparat angefertigt wurde. Wenn man somit genau die Quantität des transfundirten Blutes kennt, so beträgt die ganze Blutsmenge des Körpers zehnmal so viel. Die Begründung dieser Theorie muss freilich künftigen Untersuchungen anheim gestellt werden.

Lebenslauf.

Heinrich Veltkamp, geboren am 5. September 1849 zu Osterwick in Westfalen, Sohn des verstorbenen Kaufmann B. H. Veltkamp und der Carolina geb. Herbermann, katholischer Confession, erhielt die Gymnasialbildung auf dem Gymnasium zu Münster, welches er im Herbst 1870 mit dem Zeugniss der Reife verliess. Michaelis desselben Jahres bezog er die Universität Greifswald, wo er von dem zeitigen Rector, Herrn Prof. Dr. Münter immatrikulirt und von dem Dekane Herrn Geheimrath Prof. Dr. Budge in das Album der medizinischen Fakultät eingetragen wurde und während 8 Semester Medicin studirte. Er bestand am 8. Juli 1872 das Tentamen physicum und am 14. Juli 1874 das Examen rigorosum.

Während seiner Studienzeit hörte er die Vorlesungen und Kliniken der Herrn:

Prof. Arndt: Psychiatrie.

Geh. Rath Prof. Dr. Budge: Gesammte Anatomie, Anatomie der Sinnesorgane, Experimentalphysiologie, Physiologie der Sinnesorgane, Mikroskopischer Cursus, Praeparirübungen.

Prof. Eichstedt: Ueber die Krankheiten der Haut und Syphilis.

Prof. v. Feilitzsch: Experimentalphysik, Wärmelehre und physikalische Geographie.

Prof. Grohe: Allgemeine Pathologie und Therapie, spezielle pathologische Anatomie, praktischer Cursus der pathologischen Anatomie.

Prof. Dr. Hueter: Allgemeine Chirurgie, Operationslehre, Operationen an den Extremitäten, Krankheiten der Wirbelsäule, chirurgische Klinik und Polyklinik, Operationscursus.

Dr. Haenisch: Krankheiten des Larynx mit laryngoskopischen Uebungen, klinische Uebungen.

Dr. Krabler: Ueber physikalische Diagnostik, Kinderheilkunde.

Prof. Landois: Osteologie, Vergleichende Anatomie, Osteologie, Histologie und mikroskopische Anatomie, Entwickelungsgeschichte und Zeugungslehre, Physiologie über mikroskopische Technik.

Prof. Laurer: Allgemeine und spezielle Arzneimittellehre.

Prof. Limpricht: Chemie und chem. Practicum.

Prof. Mosler: Spezielle Pathologie und Therapie, physikalische Diagnostik, Nierenkrankheiten, medicinische Klinik und Poliklinik.

Prof. Münter: Medizinische Botanik und Zoologie.

Geh. Rath Prof. Pernice: Theorie der Geburtshülfe, Krankheiten des Uterus, geburtshülfliche Klinik und Poliklinik.

Prof. Schirmer: Augenheilkunde, Refraktions- und Accommodationsstörungen, Augenoperationen, ophthalmoscopische Uebungen, Augenklinik.

Prof. Sommer: Ueber die Lage der menschlichen Eingeweide.

Prof. Vogt: Chirurgische Anatomie mit Demonstrationen, über

Knochenbrüche und Verrenkungen, ausgewählte Kapitel der Ohren- und Zahnheilkunde, chirurgisch-propaedeutische Uebungen, Verbandlehre.

Prof. Eulenburg: Ueber Elektrotherapie.

Allen diesen meinen hochverehrten Lehrern meinen aufrichtigsten Dank.

Thesen.

I.

Zum Nachweis grösserer Mengen Kohlenoxydgas im Blut ist die Natronlauge zu empfehlen.

II.

Bei Kohlenoxydgasvergiftungen ist die Transfusion die beste Therapie.

III.

Der Pflicht der Mütter, ihre Kinder selbst zu stillen, müssen alle modernen Rücksichten weichen.